

# INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN NARANJO NAVELINO EN RIEGO POR INUNDACIÓN

□ J. Bañuls Gil, P. Ferrer Talón<sup>1</sup> y F. Legaz Paredes

## ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the response of nine year-old Navel orange (*Citrus sinensis* (L.) osbeck) trees to the application of four differential N rates, distributed 40% in a amoniacal form in spring and 60% in a nitrate-amoniacal form in summer. The field experiment consisted of four nitrogen rates replicated four times in a randomized complete blocks design, with 20 trees each block, during a period of five years. The effects of the different treatments on the foliar N concentration, yield and fruit quality were studied. The nitrogen concentrations in the spring-flush leaves from nonfruiting shoots reached optimum values from 250 Kg N/ha/year rate. The yield increased significantly between 150 and 250 Kg N/ha/year rates; only slightly increases occurred when higher N rates were used. The effects on fruit quality were inconsistent for most of the parameters studied. However peel thickness increased whereas the percentage of acid decreased when increasing nitrogen rates were used.

## RESUMEN

El objetivo de este ensayo consistió en evaluar la respuesta de árboles de naranjo Navelino (*Citrus sinensis*(L.) Osbeck.), de 9 años de edad, a la aplicación de 4 dosis de nitrógeno, distribuidas un 40% en primavera en forma amoniacal y un 60 % en verano en forma nítrico-amoniacal. El experimento se diseñó en bloques al azar de 20 árboles, con 4 repeticiones por dosis y se siguió durante cinco años. Se estudió el efecto de los diferentes tratamientos sobre las concentraciones foliares de nitrógeno, la producción y las características del fruto. Las concentraciones de nitrógeno en las hojas de brotes terminales de primavera sin fruto, alcanzaron niveles óptimos a partir de la dosis de 250 kg N/Ha/año. Entre las dosis de 150 y 250 la producción aumentó significativamente; con dosis superiores se alcanzaron ligeros incrementos. Los efectos sobre de la calidad del fruto fueron inconsistentes en la mayoría de los parámetros estudiados, excepto el espesor de corteza que aumentó y la acidez que disminuyó con las dosis crecientes de N.

**Tabla 1.-  
Propiedades  
físicas y químicas  
del suelo.**

Parámetros	Profundidad (cm)	
	0 - 20	20 - 40
Color (Tablas Munsell)	7.5 YRG 6/4 (Marrón claro)	7.5 YRG 6/4 (Marrón claro)
Textura:		
Arena (%)	71.6	69.4
Limo (%)	17.9	25.1
Arcilla (%)	10.5	5.5
Clasificación textural (ISSS)	Franco arenosa	Franco arenosa
pH (1/2.5, suelo/agua)	7.9	8.0
Conductividad eléctrica (1/5, mS/cm)	0.151	0.146
Carbonato cálcico (%)	17.4	20.3
Caliza activa (%)	5.1	6.4
Materia orgánica (%)	0.97	0.65
Nitrógeno total (%)	0.050	0.032
Relación C/N	11.3	11.8
Fósforo asimilable Olsen (P ppm)	31.3	24.3
Potasio asimilable (K <sup>+</sup> meq/100g)	0.41	0.34
Magnesio asimilable (Mg <sup>++</sup> meq/100 g)	2.36	2.44
Relación K/Mg <sup>++</sup> (meq/100g)	0.17	0.14

## INTRODUCCIÓN

La fertilización nitrogenada constituye una de las principales prácticas culturales, pues de ella depende en gran parte, la productividad

y la calidad del fruto. En las plantas con nutrición deficiente se reduce la cosecha; por el contrario, un abonado excesivo provoca pérdida de la calidad del fruto y contaminación del medio ambiente. De lo anteriormente expuesto se desprende la necesidad de ajustar las dosis de abono nitrogenado, de modo que se asegure un equilibrio entre el desarrollo vegetativo, producción y calidad del fruto. Por ello, se han desarrollado numerosos estudios para evaluar la relación dosis/respuesta. Ésta varía con el tipo de suelo, condiciones climáticas y de cultivo, siendo prácticamente muy complejo establecer una pauta general para la dosificación de los abonos nitrogenados. Se mencionan algunos de los trabajos realizados en las diferentes zonas citrícolas, tales como Florida (Sites et al., 1953; Reuther et al., 1957; Stewart et al., 1961), California (Jones y Embleton, 1967), Australia (Mongomery et al, 1978), Israel (Oppenheimer et al., 1954) y España (Martínez-Corbalán, 1972).

El objetivo de este ensayo consistió en evaluar la respuesta de distintas dosis de N, aplicadas en riego por inundación, sobre el contenido foliar de este elemento, la producción y calidad del fruto, con el fin de optimizar la fertilización nitrogenada en los

□ Departamento de Citricultura y Otros frutales

<sup>1</sup> Servicio de Tecnología del Riego. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Apartado Oficial 46113, Moncada. Valencia (España).

**Tabla 2.- Épocas de aplicación y porcentajes de distribución de los fertilizantes nitrogenados suministrados a árboles de Navelina.**

Tratamientos	Marzo (40%) <sup>z</sup>	Julio (60%) <sup>y</sup>
D <sub>1</sub> (150 Kg N/Ha/Año)	60	90
D <sub>2</sub> (250 Kg N/Ha/Año)	100	150
D <sub>3</sub> (350 Kg N/Ha/Año)	140	210
D <sub>4</sub> (450 Kg N/Ha/Año)	180	270

z: Sulfato amónico

y: Nitrato amónico

cítricos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Condiciones experimentales

Este estudio se ha llevado a cabo en una parcela comercial, situada en Poble Llarga, de la variedad Navelina (*Citrus sinensis*(L.) Osbeck.), con árboles de 9 años de edad al inicio del ensayo (300 cm de diámetro de copa), injertado sobre citrange Troyer y un marco de plantación de 6m x 4m. La plantación tenía un estado nutritivo óptimo en macro y micronutrientes de acuerdo a las normas establecidas por Legaz et al. (1995). Las características físicas y químicas del suelo se presentan en la Tabla 1. Los contenidos en materia orgánica y N total son bajos. Los niveles de fósforo, potasio y la relación potasio/magnesio se encuentran en el rango óptimo (Legaz et al., 1995). El riego se efectuó por inundación, con agua procedente del río Albaída y ocasionalmente de pozo, con un contenido en nitrato inferior a 50 mg/litro.

Los tratamientos con las dosis diferenciales de N y las épocas de aplicación se exponen en la Tabla 2. El experimento se diseñó en bloques al azar de 20 árboles, con 4 repeticiones por dosis y se mantuvo durante cinco años. Los fertilizantes nitrogenados se aplicaron superficialmente a voleo entre las filas de árboles e inmediatamente se regó.

La fertilización básica en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O se efectuó de acuerdo a las normas establecidas por Legaz y Primo-Millo (1988). En la mayoría de los años se aplicaron correctores de cinc y manganeso por vía foliar.

Para evaluar la influencia de los tratamientos sobre la concentración foliar de N se muestrearon en octubre hojas de la brotación de primavera sin fruto terminal, de 6 a 8 meses de edad, según las especificaciones recomendadas por Legaz et al. (1995).

### Procedimientos analíticos

Las hojas muestreadas se lavaron y secaron en estufa a 65°C, después se procedió a la determinación de la concentración de nitrógeno por el método semimicro de Kjeldhal (Bremner, 1965), de fósforo por colorimetría (Jackson, 1965) y de los macroelementos (K, Ca y Mg) y microelementos (Mn, Zn, Fe, Cu) por absorción atómica (Chapman y Pratt, 1961).

Para analizar la calidad del fruto se tomaron al azar 50 frutos por tratamiento. El zumo de los frutos se extrajo bajo presión constante con un exprimidor mecánico. El total de sólidos solubles (° Brix) se determinó por refractometría y la acidez por valoración con NaOH 0.1 N. El índice de color de los frutos se calculó determinando los parámetros "L", "a" y "b" por el método descrito por Jiménez Cuesta et al. (1981).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto de las dosis de N sobre la concentración foliar de nitrógeno

En la tabla 3 se expone la influencia de las distintas dosis de N sobre la concentración foliar de N en hojas de brotes de primavera.

La aplicación diferencial de N indujo incrementos significativos en el contenido foliar de N en cada año, así como en el conjunto de éstos. En general, no se produjeron diferencias significativas entre los tratamientos D<sub>2</sub> y D<sub>3</sub>. Por otro lado, se observa que la cuantía de la producción (Tabla 4) ha influido antagónicamente en el nivel foliar de N. De modo que en los años de máxima producción (1992 y 1994) se alcanzaron valores foliares mínimos de N en todos los tratamientos. El efecto contrario se refleja claramente en los contenidos foliares de N del año 1993 que se correspondieron con las producciones más bajas.

**Tabla 3.- Efecto de las dosis N sobre la concentración foliar de nitrógeno.**

Año Tratamientos	% N (peso seco)					
	1992	1993	1994	1995	1996	Media
D <sub>1</sub>	2.21 a	2.47 a	2.30 a	2.35 a	2.28 a	2.32 a
D <sub>2</sub>	2.37 b	2.56 b	2.48 b	2.39 a	2.49 b	2.46 b
D <sub>3</sub>	2.43 bc	2.65 c	2.44 b	2.53 b	2.48 b	2.50 c
D <sub>4</sub>	2.49 c	2.78 d	2.57 c	2.64 c	2.61 c	2.62 d

z: Cada valor es media de 4 repeticiones

Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes según el test L. S. D. (p<0.15).

**Tabla 4.- Efecto de los diferentes tratamientos sobre la producción anual y acumulada.**

Año Tratami- entos	Kg/árbol <sup>z</sup>					Media acumu- lada
	1992	1993	1994	1995	1996	
D <sub>1</sub>	106.3	47.6 a	130.0	61.2 a	79.7	85.0 a
D <sub>2</sub>	103.1	59.9 ab	126.3	74.9 b	93.8	91.6 b
D <sub>3</sub>	99.3	62.4 ab	130.6	89.2 c	98.2	95.4 b
D <sub>4</sub>	95.4	69.6 b	130.4	95.5 c	99.8	98.2 b
Significación	N. S.	*	N. S.	*	N. S.	*

z: Cada valor es media de 4 repeticiones

N. S.: No significativo. \*: Letras diferentes en la misma columna son significativamente diferentes según el test de L. S. D. ( $p < 0.15$ ).

En el último año del ensayo, los árboles abonados con la dosis más baja mostraron un estado nutritivo deficiente en N, así como un menor desarrollo vegetativo.; mientras que con las restantes dosis se alcanzaron niveles óptimos, según lo establecido por Legaz y Primo-Millo (1988).

La respuesta dosis/N foliar observada en este ensayo, concuerda con los resultados obtenidos por Sites et al. (1953), Reuther et al. (1957) y Stewart et al. (1961)

#### Efecto de las dosis de N sobre la producción

En la tabla 4 se presenta la influencia de las diferentes dosis de N sobre la producción anual y la media acumulada en el conjunto de los años estudiados. En general, los resultados son coincidentes con los obtenidos en ensayos similares a éste. En primer lugar, se aprecia la alternancia productiva característica de esta variedad, con tres años de alta producción y dos de baja. También es destacable que las dosis diferenciales de N no hayan afectado significativamente a los años de alta cosecha; además en estos años la producción acumulada ha sido prácticamente igual. Sin embargo, en los años de bajo rendimiento se han obtenido diferencia significativas entre tratamientos. En cambio, en la producción media acumulada de los cinco años sólo se observó un aumento significativo entre D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub>. Jones y Embleton (1967) y Mungomery et al. (1978) no observaron aumentos claros en la producción de cítricos al aumentar la dosis de 150 a 300 Kg N/Ha/año, en ensayos realizados en California y Australia, respectivamente. Por otro lado, en los ensayos realizados en Florida, por Reese y Koo (1974) se indica que con dosis próximas a 200 Kg N/Ha/año se alcanzan máximos rendimientos. Sin embargo, Stewart et al. (1961) obtuvieron una producción máxima con 120 KgN/Ha/año. Así mismo, en California, Reuther et al. (1957) apenas observaron un aumento en la producción con dosis superiores a ésta.

**Tabla 5.- Efecto de los diferentes tratamientos sobre la calidad de fruto de Navelina.**

Trata- mientos	Peso fruto (g)	Número frutos/ árbol	Espesor corteza (mm)	Corteza (% peso)	Zumo (% peso)	Sólidos solubles (%)	Acidez (%)	Índice madurez	Índice color
D <sub>1</sub>	227a	396	5.7a	49.5a	44.3b	11.1	1.36b	8.1a	2.23
D <sub>2</sub>	243ab	404	5.7a	50.0a	44.0b	10.8	1.30ab	8.6ab	1.43
D <sub>3</sub>	230a	434	5.9ab	52.4b	41.5a	11.1	1.28a	8.9b	1.48
D <sub>4</sub>	248b	407	6.0b	51.2ab	43.4ab	11.1	1.28a	8.6b	1.34
Significación	*	N. S.	*	*	*	N. S.	*	*	N. S.

Cada valor es la media de 8 muestras recolectadas al final de octubre durante los años 1992 y 1996. N. S.: no significativo. \*: Letras diferentes en la misma columna no son significativamente diferentes según el test L. S. D. ( $p < 0.15$ ).

#### Efecto de las dosis de N sobre la calidad del fruto

La influencia de diferentes dosis de N sobre la calidad del fruto se expone en la tabla 5. Las dosis diferenciales de N no han influido significativamente sobre el número de frutos por árbol, el porcentaje en sólidos solubles y el índice de color. Sin embargo, han influido de forma significativa, pero no consistente, sobre el peso del fruto, porcentaje en peso de corteza y zumo e índice de madurez. De modo que estos parámetros no han mantenido una pauta correlativa con las dosis crecientes de N. Mientras que los valores del espesor del corteza y la acidez son significativos y consistentes.

La influencia de dosis diferenciales de N sobre el tamaño y calidad del fruto ha sido ampliamente estudiada. Dado que estos trabajos se han realizado en condiciones experimentales muy diversas, los resultados obtenidos son, así mismo, variables y contradictorios. Sin embargo, en todos estos trabajos se observó, de forma general, un aumento del contenido de N foliar con las dosis crecientes de N aplicado. Por ello, Embleton et al. (1973) relacionaron los niveles foliares estándar de N con los parámetros de producción y calidad del fruto. En esta revisión general, estos autores propusieron un modelo de respuesta, que coincide con los resultados presentados en este trabajo.

Con respecto a la acidez e índice de madurez, Reuther et al. (1957), Jones y Embleton (1967) y Reese y Koo (1974) observaron aumentos en la acidez, con dosis crecientes de N, y una disminución del índice de madurez. Sin embargo, Sites et al. (1953) y Mungomery et al. (1978) obtuvieron en estos parámetros una respuesta inversa que concuerda con los resultados obtenidos en presente trabajo. Esto confirma el carácter variable de estos valores según lo descrito por Embleton et al. (1973).



Podemos concluir que la dosis óptima de nitrógeno, para obtener un equilibrio entre producción y calidad de fruto en los cítricos, estaría en el rango de 250-350 Kg N/Ha/año. Estos valores se mantienen en el intervalo de dosis de N recomendadas por Legaz y Primo-Millo (1988) para árboles adultos en nuestras condiciones de cultivo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su gratitud a los hermanos Richart Ortiz que amablemente nos dejaron la parcela que se utilizó para la ejecución del presente trabajo. Así mismo, los autores agradecen de forma especial la colaboración de F. Illa y E. Durá en la realización de los trabajos de campo. A Emilio Carbonell por su asesoramiento en el estudio estadístico y a David Villalba por su estímulo y apoyo. También ha sido de gran ayuda la participación de B. Martín Olmo, J. B. Alberola, M. C. Prieto, J. Giner y A. Boix en los trabajos de laboratorio y de campo. Este estudio ha sido financiado por el proyecto I.N.I.A. N°: SC 93-139.

## BIBLIOGRAFÍA

- BREMNER, J. 1965. *Inorganics forms of nitrogen*. In: *Methods of soil analysis*. Agronomy 9. Ed. C. A. Black. Am. Soc. of Agron. Madison. WI. pp 1179-1137.
- CHAPMAN, M.D. Y PRATT, P.F. 1961. *Plant Analysis*. P.56-64. In *Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters*. Univ. Calif. Div. Agric. Sci.
- EMBLETON, T. W., JONES W. W., LABANAUSKAS, CH. K. REUTHER, W. 1973. *Leaf analysis as a diagnostic tools and guide to fertilization*. In: *The citrus industry*. (Ed.) Reuther, W. Rev. Ed.). Univ. Calif. Div. Agric. Sci. Berkeley. Calif., 3:183-210.
- JACKSON, M.L. 1965. *Soil Chemical Analysis*. p.151-153. Prentice-Hall.

Englewood Cliffs, NJ.

- JIMÉNEZ CUESTA, M., CUQUERELLA. J. and MARTÍNEZ-JÁVEGA, J.M. 1981. *Determination of a colour index for citrus fruit degreening*. Proc. Int. Soc. Citriculture, 2: 750-753.
- JONES W.W. y EMBLETON T. W. 1967. *Yield and fruit quality of Washington Navel orange trees as related to leaf nitrogen and nitrogen fertilization*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91: 138-142.
- LEGAZ, F. y E. PRIMO-MILLO (1988). *Normas para la fertilización de los agrios*. Serie Fullets Divulgació nº 5-88. Conselleria d'Agricultura i Pesca. Generalitat Valenciana, 29 pp.
- LEGAZ, F., SERNA M.D., FERRER P., CEBOLLA V. y PRIMO-MILLO E. 1995. *Análisis de hojas, suelos y aguas de riego para el diagnóstico nutricional de plantaciones de cítricos. Procedimiento de toma de muestras*. Servicio de Transferencia de Tecnología Agraria. Dirección General de Investigación y Tecnología Agraria. Conselleria D'Agricultura, Pesca i Alimentació. Generalitat Valenciana, 26 pp.
- MUNGOMERY, W.V; JORGENSEN, K.R. y BARNES J.A. 1978. *Rate and timing of nitrogen application to navel oranges: Effects on yield and fruit quality*. Proc. Int. Soc. Citriculture, 285-288.
- REESE, R.L. y KOO R.C.J. 1974. *Responses of Hamlin, Pineapple, and Valencia orange trees to nitrogen and potash applications*. Proc.Fla. State Hort.Soc. 87: 1-5.
- REUTHER, N; SMITH, P.F; SCUDDER, J. K. Y HERNCIAR, G. 1957. *Responses of valencia orange trees to timing, rates, and ratios of nitrogen fertilization*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 170:223-236.
- SITES, J.W; WANDER, I.W. y DESZYCK, E.J. 1953. *The effect of fertilizer timing and rate of application on fruit quality and production of hamlin oranges*.Proc. Fla. State Hort. Soc. 66: 54-62.
- STEWART, I; LEONARD, C.D. y WANDER, I.W. 1961. *Comparison of nitrogen rates and sources for pineapple oranges*. Proc.Fla. State Hort. Soc. 74. 75-79.

## AYUDAS PARA MANDARINAS

1. Reglamento (CE) nº 2437/98 de la Comisión, de 12 de noviembre de 1998, por el que se fija el importe de la ayuda definitiva para las mandarinas, clementinas y satsumas en la campaña de comercialización 1997/98 (DOCE L 303, de 13.11.98, p.11).

A consecuencia del rebasamiento comprobado sobre el umbral de transformación, establecido por el Reglamento (CE) nº 2202/96, se reducen en un 7% los importes de las ayudas a las mandarinas, clementinas y satsumas para la campaña de comercialización 1997/98.

## CITRISILVES (Portugal)

Del 17 al 20 de diciembre tuvo lugar en el complejo municipal de ferias y exposiciones de Silves, la primera zona productora de cítricos de Portugal, la Feria Nacional de Citricultura (Citrissilves), popularmente conocida como "Fiesta de la Naranja". Una superficie de 14.000 metros cuadrados, 2.000 de ellos de espacio cubierto, albergó a expositores vinculados con la producción, distribución y comercialización de estos productos. La componente gastronómica, con recetas y bebidas que tienen por base la naranja, completó las actividades de este certamen.